

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-42983

(43)公開日 平成6年(1994)2月18日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 1 D 21/00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 7809-2F

審査請求 未請求 請求項の数17(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-218242

(22)出願日 平成4年(1992)7月24日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 今仲 行一

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

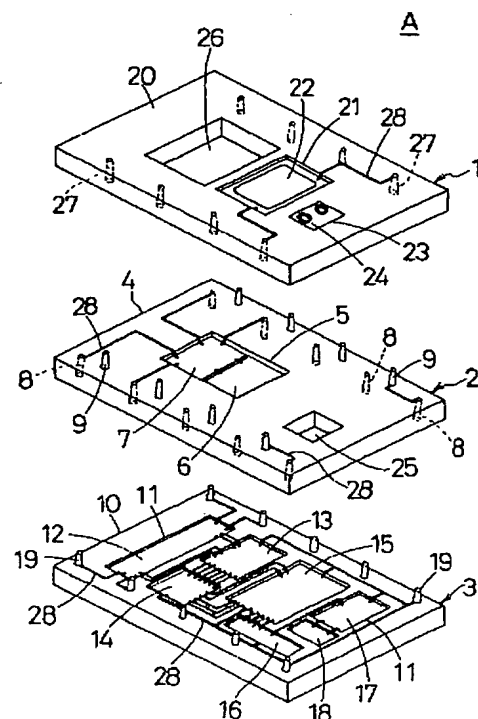
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 物理量センサ及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 物理量センサの電気的処理回路の共通化及び汎用化を図り、小型かつ安価な物理量センサを提供する。

【構成】 表面基板部1、センサ基板部2および電気処理回路基板部3を積層し一体化して構成する。センサ基板部2には、センサヘッド6とその出力を共通の電気的信号に変換する電気的処理回路7を搭載する。電気処理回路基板部3には、増幅回路12、デジタルファジイマイクロプロセッサ15、外部へ送信するための発光素子18等を搭載する。表面基板部1には、回路にエネルギーを供給するための太陽電池22を搭載している。表面基板部1及び電気処理回路基板部3は共通部品であり、センサ基板部2のみが計測対象物理量によって交換される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 センサ表面を構成する第 1 の基板と、計測対象物理量をなんらかの電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、当該センサヘッドから出力された前記電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第 1 の電気的処理回路を有する第 2 の基板と、前記所定の種類の電気的物理量をさらに別な電気的物理量として出力する第 2 の電気的処理回路を有する第 3 の基板とを備え、

第 2 の基板を第 1 及び第 3 の基板の間に挿入するように各基板が積層され、少なくとも第 2 の基板の出力が第 3 の基板の入力となるように少なくとも第 2 及び第 3 の基板同士が電気的に接続されていることを特徴とする物理量センサ。

【請求項 2】 前記第 2 の基板が複数枚の子基板を積層して構成されており、

各子基板が、それぞれ異なる計測対象物理量を各々の電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、各センサヘッドから出力された各々の電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第 1 の電気的処理回路を有し、

前記各子基板が第 3 の基板に電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の物理量センサ。

【請求項 3】 前記各子基板に、当該子基板の下層に位置する子基板のセンサヘッドと対向する箇所において、外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴とする請求項 2 に記載の物理量センサ。

【請求項 4】 前記第 2 の基板のセンサヘッドと対向する箇所において、第 1 の基板に外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の物理量センサ。

【請求項 5】 2 以上の入力を 1 つの出力に切替えるリレーやスイッチ回路等のスイッチ手段を前記第 3 の基板に設け、当該スイッチ手段の出力を前記第 2 の電気的処理回路に接続し、前記第 2 の基板から第 3 の基板へ出力された 2 以上の電気的物理量を前記スイッチ手段の各入力に入力させ、前記スイッチ手段を切替えて複数の計測対象物理量のうちのいずれかの計測対象物理量を検出できるようにしたことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の物理量センサ。

【請求項 6】 前記スイッチ手段にタイミングクロック回路を付加し、複数の物理量を時分割により検出させるようにしたことを特徴とする請求項 5 に記載の物理量センサ。

【請求項 7】 外部指示によってスイッチ手段を切替え、所望の計測対象物理量を検出するため、外部コントローラからの指示信号を受信する手段を備えた請求項 5 に記載の物理量センサ。

【請求項 8】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた凸状電極と他方の

基板に設けられた凹状電極との嵌合によって行なわれていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の物理量センサ。

【請求項 9】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間が、導電性ポリマーを介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の物理量センサ。

【請求項 10】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた電気／光変換素子と他方の基板に設けられた光／電気変換素子により光信号を介して行なわれていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6 又は 7 に記載の物理量センサ。

【請求項 11】 前記第 1 の基板に、各基板の電気回路部品に駆動エネルギーを供給するための太陽電池を設けたことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 に記載の物理量センサ。

【請求項 12】 前記第 1 もしくは第 2 の基板に、各基板の電気回路部品に駆動エネルギーを供給するための小型乾電池を装備したことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 に記載の物理量センサ。

【請求項 13】 前記第 1 もしくは第 2 の基板に、マイクロ波を受信して当該マイクロ波を各基板の電気回路部品に駆動エネルギーを供給するための電力に変換するコンバータを装備したことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9 又は 10 に記載の物理量センサ。

【請求項 14】 前記第 3 の基板から出力される電気的物理量を外部コントローラに送信するための手段を備えた請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12 又は 13 に記載の物理量センサ。

【請求項 15】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板が、単結晶半導体や多結晶半導体などの半導体材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 又は 14 に記載の物理量センサ。

【請求項 16】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板がセラミック材料によって形成されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13 又は 14 に記載の物理量センサ。

【請求項 17】 請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 又は 16 に記載の物理量センサを製造するための方法であって、前記第 1 の基板を複数個形成された第 1 の母基板と、前記第 2 の基板を複数個形成された第 2 の母基板と、前記第 3 の基板を複数個形成された第 3 の母基板を、第 2 の母基板が第 1 及び第 3 の母基板の間に挟まれるようにして積層した後、当該母基板の積層構造体を切断することによって個別の物理量センサを複数個得ることを特徴とする物理量センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は物理量センサ及びその製造方法に関する。具体的にいうと、産業機器、情報処理機器、家庭電化製品などに用いられる、光、圧力、加速度、温度、湿度などの物理量を計測及び検出するための物理量センサと、当該物理量センサの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、多種多様なセンサが開発されており、光、圧力、応力、位置、距離、速度、加速度、温度、湿度、硬さ、形状、距離、振動量（数）、重量、流量、ガス量、ガス種、電磁気量、匂い等を代表とする物理量もしくはその変化が検出可能となっている。通常、これらの物理量センサは、物理量を検出するセンサヘッドと当該ヘッドの出力を電気的に変換して外部に出力する電気処理回路とから構成されており、これらの構成部品が箱型のケースに納められ、ケース内部においてビニールケーブル等の電気配線によって接続されている。このような構造の従来のセンサにあっては、個々の部品をあまり小さくできないことや、配線作業などの生産性の点から、センサ全体をあまり小さくすることができなかった。

【0003】また、従来のセンサにあっては、検出しようとする対象物理量によってセンサヘッドの種類が異なり、センサヘッドからの出力も電圧、電流、電力、電荷、抵抗もしくはこれらの変化量など、種々の形態で出力される。従って、物理量センサはこれらの出力形態に応じて個別の専用回路で処理し、各物理量を計測している。

【0004】例えば、従来の物理量センサの例として、熱電対を用いた温度センサと、フォトダイオードを用いた光センサを考えると、温度センサにおいては、温度変化によって発生する熱電対の起電力を電気回路処理することにより温度を検出している。一方、光センサにおいては、フォトダイオードへの光の入射により光電流が発生し、この光電流を電気回路処理することにより対象物体の有無、位置、形状などの物理量を検出している。これらの例より分かるように、一般に、測定物理量もしくはセンサの種類が異なるごとに専用処理回路が必要であるため、各種センサに応じた専用処理回路の設計・製造が必要となり、製造コストを高くしている。また、専用処理回路の必要なことより、複数の物理量情報を検出可能な複合機能を有するセンサの出現を妨げている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、物理量センサの処理回路の共通化及び汎用化を図り、小型かつ安価な物理量センサを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の物理量センサは、センサ表面を構成する第1の基板と、計測対象物理量をなんらかの電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、当該センサヘッドから出力された前記電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有する第2の基板と、前記所定の種類の電気的物理量をさらに別な電気的物理量として出力する第2の電気的処理回路を有する第3の基板とから構成されている。これらの基板は、第2の基板を中央にして積層され、少なくとも第2の基板の出力が第3の基板の入力となるように電気的に接続されている。

【0007】さらに、この物理量センサにおいては、前記第2の基板を複数枚の子基板を積層して積層構造とし、しかも、各子基板に各々任意のセンサヘッドと第1の電気的処理回路を搭載し、各子基板を第3の基板に電気的に接続してもよい。

【0008】このような物理量センサにおいては、センサヘッドが第1及び第3の基板間に挟まれているので、センサヘッドが外部の計測対象物理量を計測し易いよう、センサヘッドと対向する箇所で基板や子基板に孔を開くするとよい。

【0009】また、第2の基板が2以上のセンサヘッドを有している場合には、出力の種類を切替えることができる。例えば、2以上の入力を1つの出力に切替えるリレーやスイッチ回路等のスイッチ手段を前記第3の基板に設け、当該スイッチ手段の出力を前記第2の電気的処理回路に接続し、前記第2の基板から第3の基板へ出力された2以上の電気的物理量を前記スイッチ手段の各入力に入力させることができる。この場合には、スイッチ手段をタイミングクロック回路によって時分割的に切替えたり、外部コントローラからの指示信号によってスイッチ手段を切替えたりするとよい。

【0010】さらに、基板間の電気的接続は、凸状電極と凹状電極の嵌合による方法、導電性ポリマーを介して電気的に接続する方法、電気／光変換素子と光／電気変換素子を光信号で結ぶ方法などが可能である。

【0011】また、物理量センサの駆動エネルギーは、センサ表面に設けた太陽電池や内蔵の小型乾電池等によって供給することができる。あるいは、マイクロ波源から受信したマイクロ波をコンバータによって電力に変換してもよい。

【0012】物理量センサからの出力信号（電気的物理量）はコード等を通して有線で出力してもよいが、外部コントローラへ無線送信するようにしてもよい。

【0013】なお、各基板は、単結晶半導体や多結晶半導体などの半導体材料、セラミック材料等によって形成することができる。

【0014】また、本発明による物理量センサの製造方法は、一度の工程により物理量センサを多数個取りする

5

ものであって、前記第1の基板を複数個形成された第1の母基板と、前記第2の基板を複数個形成された第2の母基板と、前記第3の基板を複数個形成された第3の母基板を、第2の母基板が第1及び第3の母基板の間に挟まれるようにして積層した後、当該母基板の積層構造体を切断することによって個別の物理量センサを複数個得るものである。

【0015】

【作用】本発明の物理量センサにあつては、センサヘッドから出力される電気的物理量を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有しているから、センサヘッドから出力される電気的物理量がどのような形態のものであつても、全て共通の電気的物理量として出力することができる。したがって、種類の異なるセンサヘッドを複数個同時に使用する場合でも、種類の異なるセンサヘッドを個別に使用する場合でも、第2の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第2の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができる。

【0016】また、第1の基板と、センサヘッド等を備えた第2の基板と、第2の電気的処理回路を備えた第3の基板とを積層して物理量センサを構成しているので、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、物理量センサを超小型化することができる。

【0017】しかも、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を1つの基板（第2の基板）に構成し、統一された電気的物理量を処理するための第2の電気的処理回路を別の基板（第3の基板）に構成しているので、第1及び第3の基板を共通化することができ、第2の基板のみを入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第1及び第3の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。さらに、ケーブル配線による実装コストも低減することができる。

【0018】また、本発明による物理量センサの製造方法は、上記物理量センサを製造する方法であつて、複数個の物理量センサを含む母基板の積層構造体を製作した後、当該積層構造体を切断して個々の物理量センサに分割しているので、1回の製造工程により物理量センサを同時に複数個得ることができ、上記物理量センサの生産性を向上させることができる。

【0019】

【実施例】図1は本発明の一実施例による物理量センサAを示す分解斜視図である。本発明による物理量センサAは、表面基板部（第1の基板）1、センサ基板部（第2の基板）2および電気処理回路基板部（第3の基板）3を積層一体化して構成されている。

【0020】センサ基板部2にあつては、高抵抗シリコ

6

ン基板4の上面に形成された凹部5内に、検出対象物理量を固有の電気的信号（電気的物理量）に変換するためのセンサヘッド6と当該センサヘッド6から出力された固有の電気的信号を共通の電気的信号に変換する電気的処理回路7とが埋め込まれており、当該電気的処理回路7からシリコン基板4の下面に設けられたコンタクトホール8へは、センサヘッド6の種類によらない共通の電気的信号として出力されている。ここで、センサヘッド6は検出対象物理量を電気的信号に変換して出力するものならどのようなものでも良く、例えば、光、圧力、応力、位置、距離、速度、加速度、温度、湿度、硬さ、形状、振動量（数）、重量、流量、ガス量、ガス種、電磁気量（強さ）、匂い等の物理量を検出可能なものであればよい。従つて、センサヘッド6から出力される固有の電気的信号もセンサヘッド6の種類によって異なるものであつて、電圧、電流、電力、電荷、抵抗、もしくはこれらの変化率等、どのような形態の電気的信号であつてもよい。また、電気的処理回路7から出力される共通の電気的信号は予め統一されており、センサヘッド6から出力される電気的信号がどのような信号であつても、電気的処理回路7から出力される電気的信号は、例えば電圧信号に統一されて出力される。なお、センサ基板部2の下面両側部には、前記コンタクトホール8以外にも基板間を電気的に接続するためのコンタクトホール（貫通孔）8が設けられており、上面両側部にはコンタクトホール8と接続されて基板間を電気的に接続するためのコンタクトポール（柱状突起）9が突設されている。

【0021】電気処理回路基板部3にあつては、高抵抗シリコン基板10の上面の凹部11内に各種回路が埋め込まれており、上面両側部にはセンサ基板部2と電気的に接続するためのコンタクトポール19が突設されている。すなわち、シリコン基板10上には、コンタクトポール11を通してセンサ基板部2から入力された共通の電気的信号を増幅するための増幅回路12、増幅回路12から出力された増幅信号を整形する波形整形回路13、波形整形回路13から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路14、A/D変換回路14から出力されたデジタル信号を受信してファジイ演算／判断／制御を行なわせるためのデジタルファジイマイクロプロセッサ15、デジタルファジイマイクロプロセッサ15の出力信号を外へ送信可能な信号に変換するためのインターフェース回路16、外部へ光信号を送信するための発光ダイオード等の発光素子18、前記インターフェース回路16からの出力を受信して発光素子18を点滅させるための駆動電流を発生する発光素子駆動回路17（例えば、パワーFETなど）が搭載されている。なお、センサ基板部2や電気処理回路基板部3等においては、各回路もしくは素子間やコンタクトホール8、コンタクトポール9、19同士の間は、アルミニウム等の金属配線28によって接続されている。

7

【0022】表面基板部1にあつては、高抵抗シリコン基板20の上面の凹部21に太陽電池22を搭載されており、太陽電池22に発生した電気的エネルギーは、金属配線28及びコンタクトホール27、8、コンタクトボール9、19等を介して電気処理回路基板部3の波形整形回路13やA/D変換回路14、デジタルフェジマイクロプロセッサ15等へ供給されている。シリコン基板20におけるセンサ基板部2のセンサヘッド6と対向する位置にはセンサ窓（計測用の孔）26が開口されており、センサヘッド6が外部の計測対象物理量と接触し易くして検知を容易にしている。

【0023】また、センサ基板部2及び表面基板部1には、電気処理回路基板部3の発光素子18と対向させて透孔25、23を開口してあり、表面基板部1の透孔23にはマイクロフレネルレンズ等の集光レンズ24を設けている。従つて、発光素子18から出力される光信号は集光レンズ24によって平行光に近い集束光として外部へ出射され、長距離まで光信号を送信することができる。

【0024】これらの表面基板部1、センサ基板部2及び電気処理回路基板部3は、図1に示す順序で積層され、例えばガラス系接着剤等によって接着一体化されている。この時、上下の基板部同士はコンタクトボール9、19及びコンタクトホール8、27同士を嵌合させることによって電気的に接続されており、同時に、互いに精度良く位置決めされている。このとき、コンタクトボール9、19とコンタクトホール8、27とは、単に物理的に接触しているだけでも差し支えないが、例えば導電性ポリマーを介して接着させるようにしても差し支えない。

【0025】上記物理量センサAを計測対象物理量が圧力の場合を想定して具体的に説明すると、センサヘッド6としてはダイアフラム型圧力センサを用いることができる。このダイアフラム型圧力センサは、圧力を内部のコンデンサ構造における微小ギャップの静電容量として出力する。センサヘッド6から出力された静電容量は、電気的処理回路7によって電圧に変換され、電圧信号として出力される。この電圧信号は金属配線28等を通じて電気処理回路基板部3の増幅回路12に導かれ、増幅される。ついで、波形整形回路13でノイズ除去等により整形され、A/D変換回路14でデジタル信号に変換された後、デジタルフェジマイクロプロセッサ15で「少し圧力が高い」などの判定が行なわれる。この判定出力はインターフェース回路16で適当なPCM（パルスコード変調）信号に変換され、このPCM信号をトリガーとして発光素子駆動回路17を駆動し、発光素子18を点滅させて外部コントローラ（図示せず）等にPCM光信号を送信する。

【0026】このような構造の物理量センサAは、半導体製造技術を応用すれば、各種回路やセンサヘッド6、

8

発光素子18などをシリコン基板上に容易に作り込むことができるので、精密かつ超小型の物理量センサAを安価に量産することができる。また、表面基板部1、センサ基板部2及び電気処理回路基板部3を積層構造とすることにより、各基板部1、2、3同士をコンタクトホール8、27やコンタクトボール9、19等によって電気的に接続することができ、各基板部1、2、3同士をケーブル配線を用いることなく接続でき、配線作業を簡略にできると共に物理量センサAをより小型化することができる。

【0027】また、多種類の物理量センサA（例えば、圧力センサ、加速度センサ、温度センサ等）を製作する場合には、異なるセンサヘッド6を用いる必要があるが、センサ基板部2から出力される電気的信号が統一されているので、電気処理回路基板部3及び表面基板部1を共用することができ、多種類のセンサ基板部2だけを製作すれば足りる。この結果、多種類の物理量センサAを製作する場合には、製造コストを安価にすることができる。

【0028】図2に示すものは上記物理量センサAの製造方法の途中工程を示す斜視図である。31はシリコンウエハ（例えば4インチサイズのもの）上に多数の表面基板部1を形成された第1の母基板、32はシリコンウエハ上に多数のセンサ基板部2を形成された第2の母基板、33はシリコンウエハ上に多数の電気処理回路基板部3を形成された第3の母基板である。第1、第2及び第3の母基板31、32、33は位置合わせして互いに積層して母基板の積層構造体Bを形成され、接着等によって一体化された後、図2に示す破線（ダイシングライン）34に沿ってダイシングカッター等によりカットされ、多数の単体の物理量センサAに切り離される。なお、図2の斜線を施した部分は1チップの物理量センサAを示している。

【0029】図1のように1つ1つの物理量センサAを製作することも可能であるが、図2に示すように多数の物理量センサAを製作した後、切り離すようにすれば、表面基板部1、センサ基板部2及び電気処理回路基板部3を同時に多数製作することができ、基板の積層工程や接着工程、カッティング工程なども工程数を大幅に減少させることができ、生産を容易にすることができる。また、多数同時生産が可能になってコストも安価にできる。

【0030】図3に示すものは本発明の別な実施例による物理量センサCを示す斜視図である。この実施例においては、センサ基板部2が複数枚の子基板2a、2b…を積層して構成されており、各子基板2a、2b、…には異なるセンサヘッド6a、6b、…と当該センサヘッド6a、6b、…から出力された電気的信号を共通の電気的信号に変換するための専用の電気的処理回路7a、7b、…を備えている。各子基板2a、2b、…のセン

サヘッド 6 a, 6 b, …は重複しないように互いに位置をずらせて設けられており、各子基板 2 a, 2 b, …及び表面基板部 1 にはそれよりも下層の子基板 2 a, 2 b, …に設けられているセンサヘッド 6 a, 6 b, …を外部に露出させるためのセンサ窓 2 6, 2 6 a, 2 6 b, …が開口されている。

【0031】一方、電気処理回路基板部 3 は共用部分であって、子基板 2 a, 2 b, …の種類が変化しても同一の電気処理回路基板部 3 を用いることができるが、複数の計測対象物理量を表わす電気的信号が共通の電気的信号としてセンサ基板部 2 から送られてくるため、各電気的信号と電気処理回路基板部 3 とを切替えるためのスイッチ手段、すなわち、リレー部（あるいは、スイッチ回路）3 6 及びタイミングクロック回路 3 7 を備えている。すなわち、図 4 に示すように、センサ基板部 2 からの共通の電気的信号はリレー部 3 6 を介して増幅回路 1 2 部に入力されている。

【0032】リレー部 3 6 は複数の入力用端子 3 8 a と 1 つの出力用端子 3 8 b とクロック端子 3 8 c を備え、各子基板 2 a, 2 b, …の出力がリレー部 3 6 の入力用端子 3 8 a に接続され、出力用端子 3 8 b は増幅回路 1 2 に接続されている。また、リレー部 3 6 及びデジタルファジイマイクロプロセッサ 1 5 は一定の時間間隔で時間制御するタイミングクロック回路 3 7 によって時分割制御されている。すなわち、リレー部 3 6 の入力用端子 3 8 a は常に 1 つだけ出力用端子 3 8 b と接続しており、タイミングクロック回路 3 7 からクロック端子 3 8 c に入力されるタイミングクロック信号によって出力用端子 3 8 b と接続される入力用端子 3 8 a が順次一定時間 ΔT 毎に切り替えられている。従って、デジタルファジイマイクロプロセッサ 1 5 へ入力される電気的信号も、センサヘッド 6 a で検出された物理量情報を示すもの、センサヘッド 6 b で検出された物理量情報を示すもの、…と一定時間 ΔT 毎に順次変化している。デジタルファジイマイクロプロセッサ 1 5 は、タイミングクロック回路 3 7 からのタイミングクロック信号によって現在受信している電気的信号がいずれのセンサヘッド 6 a, 6 b, …で検出された物理量情報を表わすものであるかを判断し、物理量情報の種類に応じた処理を施して信号を出力する。

【0033】従って、この物理量センサ C によれば、異なる物理量情報を検出する複数のセンサヘッド 6 a, 6 b, …から出力された信号を 1 つの電気処理回路基板部 3 によって同時に処理することができ、複合機能センサを実現することができる。しかも、この実施例にあっては、子基板 2 a, 2 b, …の組合せを変えることによって種々の複合機能を有するセンサを構成することができる。

【0034】なお、図 4 の回路では、タイミングクロック回路 3 7 によってリレー部 3 6 を切替えることにより

子基板 2 a, 2 b, …のセンサヘッド 6 a, 6 b, …で検出された物理量情報を時分割処理するようにしているが、リレー部 3 6 をこれとは異なる制御とすることも可能である。例えば、外部コントローラからの指示信号を受信機（図示せず）で受信してリレー部 3 6 を切替えるようにし、物理量センサから出力する物理量の種類を外部コントローラで切替え可能にすることもできる。この場合、外部コントローラからの指示信号を光信号とし、表面基板部 1 等に設けた受光素子で外部コントローラからの指示信号を受信し、それに応じてリレー部 3 6 を切替え制御するようにしても良い。

【0035】本発明にあっては、上記実施例以外にも種々の実施例を考えることができる。例えば、基板部同士の電気的接続方法としては、上記実施例のようにコンタクトホールとコンタクトポールとの嵌合に限らず、各基板部の表面に設けた電極同士を積層時に導電性ポリマーによって接着させて電気的に接続するようにしてもよい。あるいは、一方の基板部に電気／光変換素子を設けて電気的信号を光信号に変換し、この光信号を当該基板に設けた発光素子から出射し、この光信号を他方の基板に設けた受光素子によって受光し、受光素子で受信した光信号を当該基板に設けた光／電気変換素子により元の電気的信号に変換させるようにしてもよい。

【0036】また、エネルギーの供給方式としては、太陽電池によるほか、外部の電源から有線により電力を供給するようにしてもよく、あるいは、いずれかの基板部（例えば、表面基板部）に小型乾電池を交換可能に搭載させるようにしてもよい。あるいは、いずれかの基板部にマイクロ波の受信回路を備え、受信したマイクロ波をコンバータ（交流／直流変換回路）によって直流電流に変換して各回路部分に供給することもできる。太陽電池を用いる場合でも、太陽電池を配置する位置は表面基板部に限らない。つまり、電気処理回路基板部に太陽電池を設け、表面基板部及びセンサ基板部に太陽電池へ光を導くための光透過部を設けてもよい。

【0037】また、上記実施例では、物理量センサの出力信号を発光素子からの光信号として出力しているが、マイクロ波発振器によってマイクロ波として出力させるようにしてもよい。

【0038】また、上記デジタルファジイマイクロプロセッサに代えて、ニューロ演算／学習機能等を有するニューロマイクロプロセッサを用いてもよい。

【0039】また、上記実施例では、シリコン基板の上に各基板部を構成しているが、シリコン以外の単結晶半導体や多結晶半導体などの半導体材料からなる基板を用いてもよく、また、セラミック基板などを用いてもよい。

【0040】

【発明の効果】本発明の物理量センサによれば、センサヘッドから出力される電気的信号がどのような形態のも

11

のであっても、全て共通の電気的物理量として出力することができるから、種類の異なるセンサヘッドを複数個同時に使用する場合でも、種類の異なるセンサヘッドを個別に使用する場合でも、第2の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第2の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができ、物理量センサのコストを安価にできる。

【0041】また、第1の基板と、センサヘッド等を備えた第2の基板と、電気的処理回路を備えた第3の基板とを積層して物理量センサを構成しているので、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、物理量センサを超小型化することができる。特に、半導体製造技術を応用して製造することにより、物理量センサを超小型化することができ、量産によってコストを安価にできる。

【0042】しかも、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路とを第2の基板に構成し、共通化された電気的物理量を処理するための第2の電気的処理回路7を第3の基板に構成しているので、第1及び第3の基板を共通化することができ、第2の基板のみを入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第1及び第3の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。さらに、ケーブル配線による実装コストも不要になって低減することができる。

【0043】また、複数のセンサヘッドを搭載する場合には、各センサヘッドを搭載した子基板を積層することによって第2の基板を構成すれば、複合機能センサをコンパクトに構成することができると共に、各子基板の組合せを変えることにより複合機能センサの機能の組合せを容易に変えることができる。

【0044】また、本発明による物理量センサの製造方法によれば、上記物理量センサを製造する方法であつ

12

て、複数個の物理量センサを含む母基板の積層構造体を製作した後、当該積層構造体を切断して個々の物理量センサに切断しているので、1回の製造工程により物理量センサを同時に複数個得ることができ、上記物理量センサの生産性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による物理量センサの構造を示す分解斜視図である。

【図2】同上の物理量センサを製造するための母基板（ウエハ）の積層構造体を示す斜視図である。

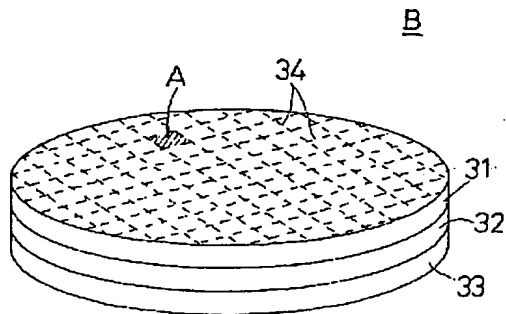
【図3】本発明の別な実施例による物理量センサを示す斜視図である。

【図4】同上の物理量センサの構成を示すブロック図である。

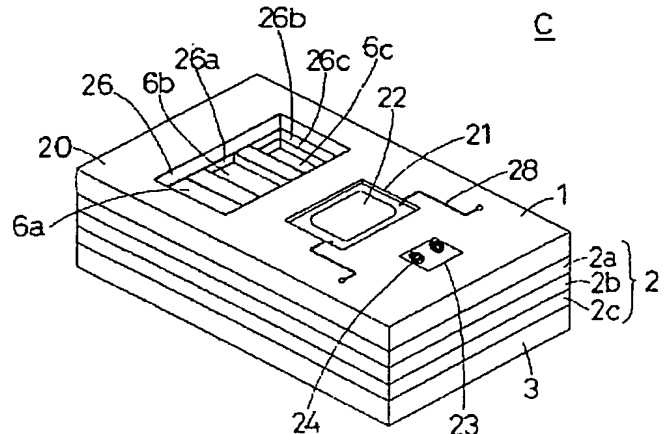
【符号の説明】

- 1 表面基板部
- 2 センサ基板部
- 2 a, 2 b, … 子基板
- 3 電気処理回路基板部
- 6 センサヘッド
- 6 a, 6 b, … センサヘッド
- 7 電気的処理回路
- 12 増幅回路
- 13 波形整形回路
- 14 A/D変換回路
- 15 デジタルファジイマイクロプロセッサ
- 18 発光素子
- 8, 27 コンタクトホール
- 9, 19 コンタクトポール
- 22 太陽電池
- 26 センサ窓
- 31 第1の母基板
- 32 第2の母基板
- 33 第3の母基板

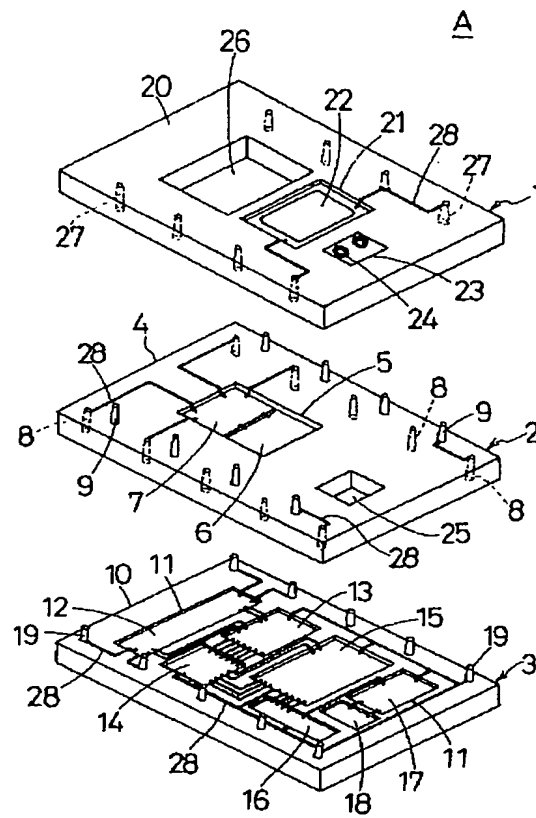
【図2】



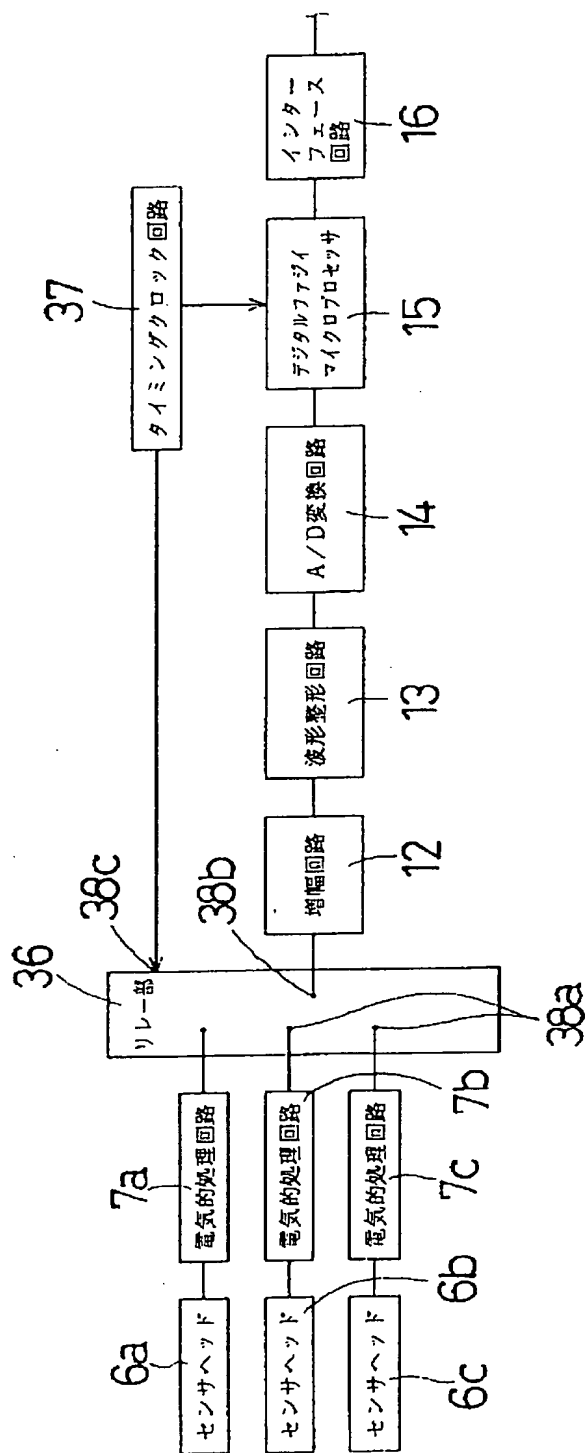
【図3】



【図 1】



【図 4】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】平成 11 年（1999）11 月 5 日

【公開番号】特開平 6—4 2 9 8 3

【公開日】平成 6 年（1994）2 月 18 日

【年通号数】公開特許公報 6—4 3 0

【出願番号】特願平 4—2 1 8 2 4 2

【国際特許分類第 6 版】

G01D 21/00

【F I】

G01D 21/00 G

【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 2 月 5 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】物理量センサ及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 センサ表面を構成する第 1 の基板と、計測対象物理量をなんらかの電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、当該センサヘッドから出力された前記電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第 1 の電気的処理回路を有する第 2 の基板と、前記所定の種類の電気的物理量をさらに別な電気的物理量として出力する第 2 の電気的処理回路を有する第 3 の基板とを備え、第 2 の基板を第 1 及び第 3 の基板の間に挿入するように各基板が積層され、少なくとも第 2 の基板の出力が第 3 の基板の入力となるように少なくとも第 2 及び第 3 の基板同士が電気的に接続されていることを特徴とする物理量センサ。

【請求項 2】 前記第 2 の基板が複数枚の子基板を積層して構成されており、各子基板が、それぞれ異なる計測対象物理量を各々の電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、各センサヘッドから出力された各々の電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第 1 の電気的処理回路を有し、前記各子基板が第 3 の基板に電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の物理量センサ。

【請求項 3】 前記各子基板に、当該子基板の下層に位置する子基板のセンサヘッドと対向する箇所において、外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴とする請求項 2 に記載の物理量センサ。

【請求項 4】 前記第 2 の基板のセンサヘッドと対向す

る箇所において、第 1 の基板に外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の物理量センサ。

【請求項 5】 2 以上の入力を 1 つの出力に切替えるリレーやスイッチ回路等のスイッチ手段を前記第 3 の基板に設け、当該スイッチ手段の出力を前記第 2 の電気的処理回路に接続し、前記第 2 の基板から第 3 の基板へ出力された 2 以上の電気的物理量を前記スイッチ手段の各入力に入力させ、前記スイッチ手段を切替えて複数の計測対象物理量のうちのいずれかの計測対象物理量を検出できるようにしたことを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載の物理量センサ。

【請求項 6】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた凸状電極と他方の基板に設けられた凹状電極との嵌合によって行なわれていることを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 に記載の物理量センサ。

【請求項 7】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間が、導電性ポリマーを介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 に記載の物理量センサ。

【請求項 8】 前記第 1、第 2 及び第 3 の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた電気／光変換素子と他方の基板に設けられた光／電気変換素子により光信号を介して行なわれていることを特徴とする請求項 1、2、3、4 又は 5 に記載の物理量センサ。

【請求項 9】 請求項 1、2、3、4、5、6、7 又は 8 に記載の物理量センサを製造するための方法であつて、

前記第 1 の基板を複数個形成された第 1 の母基板と、前記第 2 の基板を複数個形成された第 2 の母基板と、前記第 3 の基板を複数個形成された第 3 の母基板を、第 2 の母基板が第 1 及び第 3 の母基板の間に挟まれるようにして積層した後、当該母基板の積層構造体を切断することによって個別の物理量センサを複数個得ることを特徴とする物理量センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は物理量センサ及びその製造方法に関する。具体的にいうと、産業機器、情報処理機器、家庭電化製品などに用いられる、光、圧力、加速度、温度、湿度などの物理量を計測及び検出するための物理量センサと、当該物理量センサの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、多種多様なセンサが開発されており、光、圧力、応力、位置、距離、速度、加速度、温度、湿度、硬さ、形状、距離、振動量（数）、重量、流量、ガス量、ガス種、電磁気量、匂い等を代表とする物理量もしくはその変化が検出可能となっている。通常、これらの物理量センサは、物理量を検出するセンサヘッドと当該ヘッドの出力を電気的に変換して外部に出力する電気処理回路とから構成されており、これらの構成部品が箱型のケースに納められ、ケース内部においてビニールケーブル等の電気配線によって接続されている。このような構造の従来のセンサにあっては、個々の部品をあまり小さくできないことや、配線作業などの生産性の点から、センサ全体をあまり小さくすることができなかった。

【0003】また、従来のセンサにあっては、検出しようとする対象物理量によってセンサヘッドの種類が異なり、センサヘッドからの出力も電圧、電流、電力、電荷、抵抗もしくはこれらの変化量など、種々の形態で出力される。従って、物理量センサはこれらの出力形態に応じて個別の専用回路で処理し、各物理量を計測している。

【0004】例えば、従来の物理量センサの例として、熱電対を用いた温度センサと、フォトダイオードを用いた光センサを考えると、温度センサにおいては、温度変化によって発生する熱電対の起電力を電気回路処理することにより温度を検出している。一方、光センサにおいては、フォトダイオードへの光の入射により光電流が発生し、この光電流を電気回路処理することにより対象物体の有無、位置、形状などの物理量を検出している。これらの例より分かるように、一般に、測定物理量もしくはセンサの種類が異なるごとに専用処理回路が必要であるため、各種センサに応じた専用処理回路の設計・製造が必要となり、製造コストを高くしている。また、専用処理回路の必要なことより、複数の物理量情報を検出可能な複合機能を有するセンサの出現を妨げている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は叙上の従来例の欠点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、物理量センサの処理回路の共通化及び汎用化を図り、小型かつ安価な物理量センサを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の物理量センサは、センサ表面を構成する第1の基板と、計測対象物理量をなんらかの電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、当該センサヘッドから出力された前記電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有する第2の基板と、前記所定の種類の電気的物理量をさらに別な電気的物理量として出力する第2の電気的処理回路を有する第3の基板とを備え、第2の基板を第1及び第3の基板の間に挿入するように各基板が積層され、少なくとも第2の基板の出力が第3の基板の入力となるように少なくとも第2及び第3の基板同士が電気的に接続されていることを特徴としている。

【0007】請求項2に記載の物理量センサは、請求項1に記載の物理量センサにおける前記第2の基板が複数枚の子基板を積層して構成されており、各子基板が、それぞれ異なる計測対象物理量を各々の電気的物理量に変換するセンサヘッド、および、各センサヘッドから出力された各々の電気的物理量を所定の種類の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有し、前記各子基板が第3の基板に電気的に接続されていることを特徴としている。

【0008】請求項3に記載の物理量センサは、請求項2に記載の物理量センサにおいて、前記各子基板に、当該子基板の下層に位置する子基板のセンサヘッドと対向する箇所において、外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴としている。

【0009】請求項4に記載の物理量センサは、請求項1、2又は3に記載の物理量センサにおいて、前記第2の基板のセンサヘッドと対向する箇所において、第1の基板に外部の計測対象物理量を計測するための孔を開口したことを特徴としている。

【0010】請求項5に記載の物理量センサは、請求項1、2、3又は4に記載の物理量センサにおいて、2以上の入力を1つの出力に切替えるリレーやスイッチ回路等のスイッチ手段を前記第3の基板に設け、当該スイッチ手段の出力を前記第2の電気的処理回路に接続し、前記第2の基板から第3の基板へ出力された2以上の電気的物理量を前記スイッチ手段の各入力に入力させ、前記スイッチ手段を切替えて複数の計測対象物理量のうちのいずれかの計測対象物理量を検出できるようにしたことを特徴としている。

【0011】請求項6に記載の物理量センサは、請求項1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、前記第1、第2及び第3の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた凸状電極と他方の基板に設けられた凹状電極との嵌合によって行なわれていることを特徴としている。

【0012】請求項7に記載の物理量センサは、請求項

1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、前記第1、第2及び第3の各基板間が、導電性ポリマーを介して電気的に接続されていることを特徴としている。

【0013】請求項8に記載の物理量センサは、請求項1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、前記第1、第2及び第3の各基板間の電気的接続が、一方の基板に設けられた電気／光変換素子と他方の基板に設けられた光／電気変換素子により光信号を介して行なわれていることを特徴としている。

【0014】請求項9に記載の物理量センサの製造方法は、請求項1、2、3、4、5、6、7又は8に記載の物理量センサを製造するための方法であって、前記第1の基板を複数個形成された第1の母基板と、前記第2の基板を複数個形成された第2の母基板と、前記第3の基板を複数個形成された第3の母基板を、第2の母基板が第1及び第3の母基板の間に挟まれるようにして積層した後、当該母基板の積層構造体を切断することによって個別の物理量センサを複数個得ることを特徴としている。

【0015】

【作用】請求項1に記載の物理量センサにあっては、第2の基板に搭載されたセンサヘッドから出力される電気的物理量を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有しているから、センサヘッドから出力される電気的物理量がどのような形態のものであっても、全て共通の電気的物理量として出力することができる。したがって、種類の異なるセンサヘッドを搭載された第2の基板を個別に使用する場合でも、第2の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第2の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができる。

【0016】しかも、請求項1に記載の物理量センサにあっては、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を1つの基板（第2の基板）に構成し、統一された電気的物理量を処理するための第2の電気的処理回路を別の基板（第3の基板）に構成しているので、第1及び第3の基板を共通化することができ、第2の基板のみを入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第1及び第3の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。

【0017】請求項2に記載の物理量センサにあっては、請求項1に記載の物理量センサにおいて、第2の基板を構成する各子基板に搭載された各センサヘッドから出力される電気的物理量を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を有しているから、センサヘッドから出力される電気的物理量がどのような形態のものであっても、全て共通の電気的物理量として出力するこ

とができる。したがって、各子基板に搭載された種類の異なるセンサヘッドを複数個同時に使用する場合でも、第2の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第2の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができる。

【0018】しかも、請求項2に記載の物理量センサにあっては、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を1つの基板（第2の基板）に構成し、統一された電気的物理量を処理するための第2の電気的処理回路を別の基板（第3の基板）に構成しているので、第1及び第3の基板を共通化することができ、第2の基板を構成する子基板を入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第1及び第3の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。

【0019】請求項3に記載の物理量センサにあっては、請求項2に記載の物理量センサにおいて、各子基板にその下層に位置する子基板のセンサヘッドと対向する箇所に開口をあけているから、センサヘッドは当該開口を通して外部の計測対象物理量を計測することができ、外部の計測対象物を計測し易くできる。

【0020】請求項4に記載の物理量センサにあっては、請求項1、2又は3に記載の物理量センサにおいて、第2の基板のセンサヘッドと対向する箇所で第1の基板に開口をあけているから、センサヘッドは当該開口を通して外部の計測対象物理量を計測することができ、外部の計測対象物を計測し易くできる。

【0021】請求項5に記載の物理量センサにあっては、請求項1、2、3又は4に記載の物理量センサにおいて、第2の基板から第3の基板へ出力された2以上の電気的物理量をスイッチ手段の各入力に入力させ、該スイッチ手段の出力を第2の電気的処理回路に接続しているから、スイッチ手段の働きで物理量センサからの出力の種類を切り替えることにより、1台の物理量センサにより複数の計測対象物理量を計測することができる。

【0022】請求項6に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、一方の基板に設けられた凸状電極と他方の基板に設けられた凹状電極との嵌合により、第1、第2及び第3の各基板間の電気的接続を行なっているから、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することができる、実装コストも低減することができる。

【0023】請求項7に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、導電性ポリマーを介して前記第1、第2及び第3の各基板間を電気的に接続しているから、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することが

でき、実装コストも低減することができる。

【0024】請求項8に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、一方の基板に設けられた電気／光変換素子と他方の基板に設けられた光／電気変換素子により光信号を介して、第1、第2及び第3の各基板間を電氣的に接続しているから、センサヘッドや各電氣的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することができ、実装コストも低減することができる。

【0025】請求項9に記載の物理量センサの製造方法は、請求項1、2、3、4、5、6、7又は8に記載の物理量センサを製造する方法であって、第1の基板を複数個形成された第1の母基板と、第2の基板を複数個形成された第2の母基板と、第3の基板を複数個形成された第3の母基板を、第2の母基板が第1及び第3の母基板の間に挟まれるようにして積層した後、当該母基板の積層構造体を切断することによって個々の物理量センサに分割しているので、1回の製造工程により個別の物理量センサを同時に複数個得ることができる。

【0026】

【実施例】図1は本発明の一実施例による物理量センサAを示す分解斜視図である。本発明による物理量センサAは、表面基板部（第1の基板）1、センサ基板部（第2の基板）2および電気処理回路基板部（第3の基板）3を積層して一体化して構成されている。

【0027】センサ基板部2にあっては、高抵抗シリコン基板4の上面に形成された凹部5内に、検出対象物理量を固有の電氣的信号（電氣的物理量）に変換するためのセンサヘッド6と当該センサヘッド6から出力された固有の電氣的信号を共通の電氣的信号に変換する電氣的処理回路7とが埋め込まれており、当該電氣的処理回路7からシリコン基板4の下面に設けられたコンタクトホール8へは、センサヘッド6の種類によらない共通の電氣的信号として出力されている。ここで、センサヘッド6は検出対象物理量を電氣的信号に変換して出力するものならどのようなものでも良く、例えば、光、圧力、応力、位置、距離、速度、加速度、温度、湿度、硬さ、形状、振動量（数）、重量、流量、ガス量、ガス種、電磁気量（強さ）、匂い等の物理量を検出可能なものであればよい。従って、センサヘッド6から出力される固有の電氣的信号もセンサヘッド6の種類によって異なるものであって、電圧、電流、電力、電荷、抵抗、もしくはこれらの変化率等、どのような形態の電氣的信号であってもよい。また、電氣的処理回路7から出力される共通の電氣的信号は予め統一されており、センサヘッド6から出力される電氣的信号がどのような信号であっても、電氣的処理回路7から出力される電氣的信号は、例えば電圧信号に統一されて出力される。なお、センサ基板部2の下面両側部には、前記コンタクトホール8以外にも基

板間を電氣的に接続するためのコンタクトホール（貫通孔）8が設けられており、上面両側部にはコンタクトホール27と接続されて基板間を電氣的に接続するためのコンタクトポール（柱状突起）9が突設されている。

【0028】電気処理回路基板部3にあっては、高抵抗シリコン基板10の上面の凹部11内に各種回路が埋め込まれており、上面両側部にはセンサ基板部2と電氣的に接続するためのコンタクトポール19が突設されている。すなわち、シリコン基板10上には、コンタクトポール19を通してセンサ基板部2から入力された共通の電氣的信号を増幅するための増幅回路12、増幅回路12から出力された増幅信号を整形する波形整形回路13、波形整形回路13から出力されたアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路14、A/D変換回路14から出力されたデジタル信号を受信してファジイ演算／判断／制御を行なわせるためのデジタルファジイマイクロプロセッサ15、デジタルファジイマイクロプロセッサ15の出力信号を外部へ送信可能な信号に変換するためのインターフェース回路16、外部へ光信号を送信するための発光ダイオード等の発光素子18、前記インターフェース回路16からの出力を受信して発光素子18を点滅させるための駆動電流を発生する発光素子駆動回路17（例えば、パワーFETなど）が搭載されている。なお、センサ基板部2や電気処理回路基板部3等においては、各回路もしくは素子間やコンタクトホール8、コンタクトポール9、19同士の間は、アルミニウム等の金属配線28によって接続されている。

【0029】表面基板部1にあっては、高抵抗シリコン基板20の上面の凹部21に太陽電池22を搭載されており、太陽電池22に発生した電氣的エネルギーは、金属配線28及びコンタクトホール27、8、コンタクトポール9、19等を介して電気処理回路基板部3の波形整形回路13やA/D変換回路14、デジタルファジイマイクロプロセッサ15等へ供給されている。シリコン基板20におけるセンサ基板部2のセンサヘッド6と対向する位置にはセンサ窓（計測用の孔）26が開口されており、センサヘッド6が外部の計測対象物理量と接触し易くして検知を容易にしている。

【0030】また、センサ基板部2及び表面基板部1には、電気処理回路基板部3の発光素子18と対向させて透孔25、23を開口してあり、表面基板部1の透孔23にはマイクロフレネルレンズ等の集光レンズ24を設けている。従って、発光素子18から出力される光信号は集光レンズ24によって平行光に近い集束光として外部へ出射され、長距離まで光信号を送信することができる。

【0031】これらの表面基板部1、センサ基板部2及び電気処理回路基板部3は、図1に示す順序で積層され、例えばガラス系接着剤等によって接着一体化されている。この時、上下の基板部同士はコンタクトポール

9、19及びコンタクトホール8、27同士を嵌合させることによって電氣的に接続されており、同時に、互いに精度良く位置決めされている。このとき、コンタクトポール9、19とコンタクトホール8、27とは、単に物理的に接触しているだけでも差し支えないが、例えば導電性ポリマーを介して接着させるようにしても差し支えない。

【0032】上記物理量センサAを計測対象物理量が圧力の場合を想定して具体的に説明すると、センサヘッド6としてはダイアフラム型圧力センサを用いることができる。このダイアフラム型圧力センサは、圧力を内部のコンデンサ構造における微小ギャップの静電容量として出力する。センサヘッド6から出力された静電容量は、電氣的処理回路7によって電圧に変換され、電圧信号として出力される。この電圧信号は金属配線28等を通じて電氣処理回路基板部3の増幅回路12に導かれ、増幅される。ついで、波形整形回路13でノイズ除去等により整形され、A/D変換回路14でデジタル信号に変換された後、デジタルファジイマイクロプロセッサ15で「少し圧力が高い」などの判定が行なわれる。この判定出力はインターフェース回路16で適当なPCM（パルスコード変調）信号に変換され、このPCM信号をトリガーとして発光素子駆動回路17を駆動し、発光素子18を点滅させて外部コントローラ（図示せず）等にPCM光信号を送信する。

【0033】このような構造の物理量センサAは、半導体製造技術を応用すれば、各種回路やセンサヘッド6、発光素子18などをシリコン基板上に容易に作り込むことができるので、精密かつ超小型の物理量センサAを安価に量産することができる。また、表面基板部1、センサ基板部2及び電氣処理回路基板部3を積層構造とすることにより、各基板部1、2、3同士をコンタクトホール8、27やコンタクトポール9、19等によって電氣的に接続することができ、各基板部1、2、3同士をケーブル配線を用いることなく接続でき、配線作業を簡略にできると共に物理量センサAをより小型化することができる。

【0034】また、多種類の物理量センサA（例えば、圧力センサ、加速度センサ、温度センサ等）を製作する場合には、異なるセンサヘッド6を用いる必要があるが、センサ基板部2から出力される電氣的信号が統一されているので、電氣処理回路基板部3及び表面基板部1を共用することができ、多種類のセンサ基板部2だけを製作すれば足りる。この結果、多種類の物理量センサAを製作する場合には、製造コストを安価にすることができる。

【0035】図2に示すものは上記物理量センサAの製造方法の途中工程を示す斜視図である。31はシリコンウエハ（例えば4インチサイズのもの）上に多数の表面基板部1を形成された第1の母基板、32はシリコンウ

エハ上に多数のセンサ基板部2を形成された第2の母基板、33はシリコンウエハ上に多数の電氣処理回路基板部3を形成された第3の母基板である。第1、第2及び第3の母基板31、32、33は位置合わせして互いに積層して母基板の積層構造体Bを形成され、接着等によって一体化された後、図2に示す破線（ダイシングライン）34に沿ってダイシングカッター等によりカットされ、多数の単体の物理量センサAに切り離される。なお、図2の斜線を施した部分は1チップの物理量センサAを示している。

【0036】図1のように1つ1つの物理量センサAを製作することも可能であるが、図2に示すように多数の物理量センサAを製作した後、切り離すようにすれば、表面基板部1、センサ基板部2及び電氣処理回路基板部3を同時に多数製作することができ、基板の積層工程や接着工程、カッティング工程なども工程数を大幅に減少させることができ、生産を容易にすることができる。また、多数同時生産が可能になってコストも安価にできる。

【0037】図3に示すものは本発明の別な実施例による物理量センサCを示す斜視図である。この実施例においては、センサ基板部2が複数枚の子基板2a、2b…を積層して構成されており、各子基板2a、2b、…には異なるセンサヘッド6a、6b、…と当該センサヘッド6a、6b、…から出力された電氣的信号を共通の電氣的信号に変換するための専用の電氣的処理回路7a、7b、…を備えている。各子基板2a、2b、…のセンサヘッド6a、6b、…は重複しないように互いに位置をずらせて設けられており、各子基板2a、2b、…及び表面基板部1にはそれよりも下層の子基板2a、2b、…に設けられているセンサヘッド6a、6b、…を外部に露出させるためのセンサ窓26、26a、26b、…が開口されている。

【0038】一方、電氣処理回路基板部3は共用部分であって、子基板2a、2b、…の種類が変化しても同一の電氣処理回路基板部3を用いることができるが、複数の計測対象物理量を表わす電氣的信号が共通の電氣的信号としてセンサ基板部2から送られてくるため、各電氣的信号と電氣処理回路基板部3とを切替えるためのスイッチ手段、すなわち、リレー部（あるいは、スイッチ回路）36及びタイミングクロック回路37を備えている。すなわち、図4に示すように、センサ基板部2からの共通の電氣的信号はリレー部36を介して増幅回路12部に入力されている。

【0039】リレー部36は複数の入力用端子38aと1つの出力用端子38bとクロック端子38cを備え、各子基板2a、2b、…の出力がリレー部36の入力用端子38aに接続され、出力用端子38bは増幅回路12に接続されている。また、リレー部36及びデジタルファジイマイクロプロセッサ15は一定の時間間隔で時

間制御するタイミングクロック回路 37 によって時分割制御されている。すなわち、リレー部 36 の入力用端子 38 a は常に 1 つだけ出力用端子 38 b と接続しており、タイミングクロック回路 37 からクロック端子 38 c に入力されるタイミングクロック信号によって出力用端子 38 b と接続される入力用端子 38 a が順次一定時間 ΔT 毎に切り替えられている。従って、デジタルファジイマイクロプロセッサ 15 へ入力される電気的信号も、センサヘッド 6 a で検出された物理量情報を示すもの、センサヘッド 6 b で検出された物理量情報を示すもの、…と一定時間 ΔT 毎に順次変化している。デジタルファジイマイクロプロセッサ 15 は、タイミングクロック回路 37 からのタイミングクロック信号によって現在受信している電気的信号がいずれのセンサヘッド 6 a、6 b、…で検出された物理量情報を表わすものであるかを判断し、物理量情報の種類に応じた処理を施して信号を出力する。

【0040】従って、この物理量センサ C によれば、異なる物理量情報を検出する複数のセンサヘッド 6 a、6 b、…から出力された信号を 1 つの電気処理回路基板部 3 によって同時に処理することができ、複合機能センサを実現することができる。しかも、この実施例にあつては、子基板 2 a、2 b、…の組合せを変えることによって種々の複合機能を有するセンサを構成することができる。

【0041】なお、図 4 の回路では、タイミングクロック回路 37 によってリレー部 36 を切替えることにより子基板 2 a、2 b、…のセンサヘッド 6 a、6 b、…で検出された物理量情報を時分割処理するようにしているが、リレー部 36 をこれとは異なる制御とすることも可能である。例えば、外部コントローラからの指示信号を受信機（図示せず）で受信してリレー部 36 を切替えるようにし、物理量センサから出力する物理量の種類を外部コントローラで切替え可能にすることもできる。この場合、外部コントローラからの指示信号を光信号とし、表面基板部 1 等に設けた受光素子で外部コントローラからの指示信号を受信し、それに応じてリレー部 36 を切替え制御するようにしても良い。

【0042】本発明にあつては、上記実施例以外にも種々の実施例を考えることができる。例えば、基板部同士の電気的接続方法としては、上記実施例のようにコンタクトホールとコンタクトポールとの嵌合に限らず、各基板部の表面に設けた電極同士を積層時に導電性ポリマーによって接着させて電気的に接続するようにしてもよい。あるいは、一方の基板部に電気／光変換素子を設けて電気的信号を光信号に変換し、この光信号を当該基板に設けた発光素子から出射し、この光信号を他方の基板に設けた受光素子によって受光し、受光素子で受信した光信号を当該基板に設けた光／電気変換素子により元の電気的信号に変換させるようにしてもよい。

【0043】また、エネルギーの供給方式としては、太陽電池によるほか、外部の電源から有線により電力を供給するようにしてもよく、あるいは、いずれかの基板部（例えば、表面基板部）に小型乾電池を交換可能に搭載させるようにしてもよい。あるいは、いずれかの基板部にマイクロ波の受信回路を備え、受信したマイクロ波をコンバータ（交流／直流変換回路）によって直流電流に変換して各回路部分に供給することもできる。太陽電池を用いる場合でも、太陽電池を配置する位置は表面基板部に限らない。つまり、電気処理回路基板部に太陽電池を設け、表面基板部及びセンサ基板部に太陽電池へ光を導くための光透過部を設けてもよい。

【0044】また、上記実施例では、物理量センサの出力信号を発光素子からの光信号として出力しているが、マイクロ波発振器によってマイクロ波として出力させるようにしてもよい。

【0045】また、上記デジタルファジイマイクロプロセッサに代えて、ニューロ演算／学習機能等を有するニューロマイクロプロセッサを用いてもよい。

【0046】また、上記実施例では、シリコン基板の上に各基板部を構成しているが、シリコン以外の単結晶半導体や多結晶半導体などの半導体材料からなる基板を用いてもよく、また、セラミック基板などを用いてもよい。

【0047】

【発明の効果】請求項 1 に記載の物理量センサによれば、センサヘッドから出力される電気的信号がどのような形態のものであっても、全て共通の電気的物理量として出力することができるから、種類の異なるセンサヘッドを搭載された第 2 の基板を個別に使用する場合でも、第 2 の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第 2 の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができ、物理量センサのコストを安価にできる。

【0048】しかも、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第 1 の電気的処理回路を第 2 の基板に構成し、共通化された電気的物理量を処理するための第 2 の電気的処理回路を第 3 の基板に構成しているので、第 1 及び第 3 の基板を共通化することができ、第 2 の基板のみを入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第 1 及び第 3 の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。さらに、ケーブル配線による実装コストも不要になって低減することができる。

【0049】請求項 2 に記載の物理量センサによれば、請求項 1 に記載の物理量センサにおける第 2 の基板を複数枚の子基板によって構成し、センサヘッドから出力される電気的信号がどのような形態のものであっても、全て共通の電気的物理量として出力することができるよう

にしているから、各子基板に搭載された種類の異なるセンサヘッドを複数個同時に使用する場合でも、第2の電気的処理回路への出力を共通の電気的物理量に統一することができ、第2の電気的処理回路を共用化及び汎用化することができ、物理量センサのコストを安価にできる。

【0050】しかも、センサヘッド及びセンサヘッドの出力を共通の電気的物理量に変換する第1の電気的処理回路を第2の基板に構成し、共通化された電気的物理量を処理するための第2の電気的処理回路を第3の基板に構成しているの、第1及び第3の基板を共通化することができ、第2の基板を構成する子基板を入れ替えることにより種々の物理量センサを構成することができる。この結果、第1及び第3の基板等の共通化及び汎用化による量産効果により、物理量センサを低コスト化することができる。さらに、ケーブル配線による実装コストも不要になって低減することができる。

【0051】また、それぞれのセンサヘッドを搭載した子基板を積層することによって第2の基板を構成しているので、複合機能センサをコンパクトに構成することができると共に、各子基板の組合せを変えることにより複合機能センサの機能の組合せを容易に変えることができる。

【0052】請求項3に記載の物理量センサによれば、請求項2に記載の物理量センサにおいて、各子基板にその下層に位置する子基板のセンサヘッドと対向する箇所開口をあけているから、センサヘッドは当該開口を通して外部の計測対象物理量を計測することができ、外部の計測対象物を計測し易くでき、計測感度を高くできる。

【0053】請求項4に記載の物理量センサにあっては、請求項1、2又は3に記載の物理量センサにおいて、第2の基板のセンサヘッドと対向する箇所で第1の基板に開口をあけているから、センサヘッドは当該開口を通して外部の計測対象物理量を計測することができ、外部の計測対象物を計測し易くでき、計測感度を高くできる。

【0054】請求項5に記載の物理量センサにあっては、請求項1、2、3又は4に記載の物理量センサにおいて、第2の基板から第3の基板へ出力された2以上の電気的物理量をスイッチ手段の各入力に入力させ、該スイッチ手段の出力を第2の電気的処理回路に接続しているから、物理量センサからの出力の種類を切り替えることにより、1台の物理量センサにより複数の計測対象物理量を計測することができる。

【0055】請求項6に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、一方の基板に設けられた凸状電極と他方の基板に設けられた凹状電極との嵌合により、第1、第2及び第3の各基板間の電気的接続を行なっているから、センサヘ

ッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することができ、実装コストも低減することができる。特に、半導体製造技術を応用して製造することにより、物理量センサを小型化することができ、量産によってコストを安価にできる。

【0056】請求項7に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、導電性ポリマーを介して前記第1、第2及び第3の各基板間を電気的に接続しているから、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することができ、実装コストも低減することができる。特に、半導体製造技術を応用して製造することにより、物理量センサを小型化することができ、量産によってコストを安価にできる。

【0057】請求項8に記載の物理量センサにあっては、1、2、3、4又は5に記載の物理量センサにおいて、一方の基板に設けられた電気／光変換素子と他方の基板に設けられた光／電気変換素子により光信号を介して、第1、第2及び第3の各基板間を電気的に接続しているから、センサヘッドや各電気的処理回路等を接続するためのケーブル配線が不要となり、その結果、物理量センサを小型化することができ、実装コストも低減することができる。特に、半導体製造技術を応用して製造することにより、物理量センサを小型化することができ、量産によってコストを安価にできる。

【0058】請求項9に記載の物理量センサの製造方法によれば、上記物理量センサを製造する方法において、複数個の物理量センサを含む母基板の積層構造体を製作した後、当該積層構造体を切断して個々の物理量センサに切断しているの、1回の製造工程により物理量センサを同時に複数個得ることができ、上記物理量センサの生産性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による物理量センサの構造を示す分解斜視図である。

【図2】同上の物理量センサを製造するための母基板（ウエハ）の積層構造体を示す斜視図である。

【図3】本発明の別な実施例による物理量センサを示す斜視図である。

【図4】同上の物理量センサの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 表面基板部
- 2 センサ基板部
- 2 a、2 b、… 子基板
- 3 電気処理回路基板部
- 6 センサヘッド
- 6 a、6 b、… センサヘッド

7 電氣的処理回路

1 2 増幅回路

1 3 波形整形回路

1 4 A/D変換回路

1 5 デジタルファジイマイクロプロセッサ

1 8 発光素子

8、2 7 コンタクトホール

9、1 9 コンタクトボール

2 2 太陽電池

2 6 センサ窓

3 1 第1の母基板

3 2 第2の母基板

3 3 第3の母基板